PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2001-272453

(43) Date of publication of application: 05.10.2001

(51)Int.CI.

G01S 5/14 H04B 1/10 H04B 1/707 H04L 27/38 H04L 27/227

(21)Application number : **2000-087744**

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS

LTD

(22)Date of filing:

28.03.2000

(72)Inventor: YAMAMOTO YASUKO

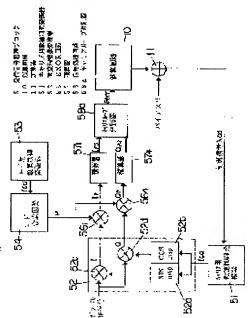
SUGINO SATOSHI KAMIYANAGI HIDEKI HYODO SATOSHI

(54) DEMODULATING METHOD FOR GPS SIGNAL AND GPS RECEIVING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a demodulating method for a GPS signal and a GPS receiving device which can follow up even large variation of the carrier frequency of a receive signal with simple constitution.

SOLUTION: The device is equipped with an arithmetic circuit 10 which computes by a carrier loop discriminator 58a the phase difference θ err between an in-phase signal and an orthogonal signal QPS integrated by integrators 571 and 574 for a certain time after code components are removed and determines a control signal Nca for controlling a carrier numeric control oscillator 51 by detecting the frequency shift of a replica carrier fca from the tilt (differential value) $d\theta$ err/dt of the phase difference θ err. Large variation in carrier frequency due to fluctuations, etc., of a reference frequency can be



followed up by not only adjusting the frequency by detecting the phase difference, but also monitoring the frequency shift as well as the phase difference and a carrier loop is prevented from being unlocked. Further, the arithmetic circuit 10 is only added to conventional constitution.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号 特開2001-272453 (P2001-272453A)

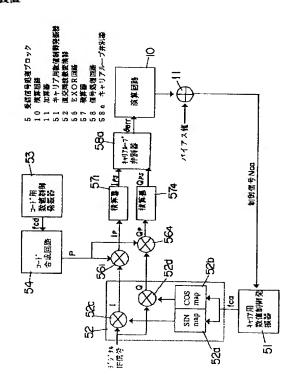
(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51) Int.Cl.7	識別記号	F I				10/45-40)	
	BHCL INC 13		- /			1(参考)	
·			5/14		_	J062	
H04B 1/10		H04B	1/10		L 5	K004	
1/707		H04J 13	3/00		D 5	K022	
H04L 27/38		H04L 27	7/00		H 5	K052	
27/227		27	7/22		В		
		審查請求	未請求	請求項の数4	OL	(全 13 頁)	
(21)出願番号	特願2000-87744(P2000-87744)	(71)出顧人	0000058	32			
			松下電	C株式会社			
(22)出顧日	平成12年3月28日(2000.3.28)	大阪府門真市大字門真1048			1048番±	ń	
		(72)発明者	山本		д.	_	
		, ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		"。 『真市大字門真』	1048 2 8-1	布松下衝土板	
			式会社内		и по да	ENA I PALLY	
		(72)発明者	杉野野	7			
				_	大字門真1048番地松下電工株		
			式会社		1040 @ 7	也仅下电上休	
		(74)代理人	1000877				
		(14)1(建入					
			开理工	西川惠清	(外 14	S)	
						最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 GPS信号の復調方法並びにGPS受信装置

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成で受信信号のキャリア周波数の大きな変化にも追従可能なGPS信号の復調方法並びにGPS受信装置を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 GPS衛星から受信した受信信号から航 法データを復調するGPS信号の復調方法であって、受 信信号のキャリア成分に周波数を可変としたレプリカキ ャリアを同期させる際に、受信信号のキャリア成分とレ プリカキャリアの周波数との位相差の傾きを所定時間毎 に算出し、この傾きの絶対値を小さくするようにレプリ カキャリアの周波数を可変させることを特徴とするGP S信号の復調方法。

1

【請求項2】 GPS衛星から受信した受信信号から航 10 法データを復調するGPS受信装置において、アンテナ で受信したGPS信号を中間周波信号に変換する中間周 波変換手段と、アナログの中間周波信号を2値化してデ ジタル中間周波信号に変換するアナログ/デジタル変換 手段と、レプリカキャリアを発生するキャリア用数値制 御発振器と、デジタル中間周波信号をレプリカキャリア により同相信号並びに直交信号に直交周波数変換する直 交周波数変換器と、受信信号に含まれる各GPS衛星に 固有の疑似雑音符号に同期したコードを発生させるコー ド同期手段と、コード同期がとれた状態で同相信号と直 20 交信号の単位時間毎の位相差を算出するとともに所定期 間毎に位相差の傾きを算出し、位相差の傾きの絶対値を 小さくするようにレプリカキャリアの周波数を変えるた めの制御信号を生成してキャリア用数値制御発振器を制 御する制御手段とを備えたことを特徴とするGPS受信 装置。

【請求項3】 所定時間分のデジタル中間周波信号を格 納するメモリを備え、制御手段はメモリに格納されたデ ジタル中間周波信号のデータから制御信号を生成してな ることを特徴とする請求項2記載のGPS受信装置。

【請求項4】 制御手段は、単位時間毎に算出する位相 差のデータのうちで前後の位相差のデータとの変化量が 所定値以上である位相差のデータを除去して傾きを算出 することを特徴とする請求項2又は3記載のGPS受信 装置。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、GPS信号の復調 方法並びにGPS受信装置に関するものである。

[0002]

【従来の技術】従来のGPS受信装置では、受信信号に 含まれる各GPS衛星固有の疑似雑音符号に同期した符 号(コード)を発生させてスペクトル逆拡散を行ったの ち、受信信号の搬送波 (キャリア) に同期したキャリア を再生してGPS衛星からの航法データを復調する。G PS衛星からの電波を捕捉するには、GPS受信装置内 で発生させたキャリアの複製信号(レプリカ)と目的と するGPS衛星のコードを用いて、キャリアのレプリカ の周波数とコードの位相を順次変えながら、GPS衛星

的とするGPS衛星の電波を捕捉する。目的とするGP S衛星の電波を一旦捕捉した後は、受信信号とGPS受 信装置内で発生させたキャリアのレプリカとの位相差を 監視し、キャリア用の数値制御発振器を制御することに よりキャリアの同期追跡を行う。キャリアの同期追跡 は、コスタス・ループ (Costas loop) などの位相差を 検知して周波数を合わせるPLL (Phase Locked Loo p) が用いられ、コードの同期追跡にはDLL (Delev Lock Loop) が用いられている。

2

【0003】以下、図8及び図9を参照して、従来のG PS受信装置の構成と動作について説明する。なお、図 8はGPS受信装置の全体ブロックを示し、図9はRF 回路によって受信信号を IF (中間周波数) 信号に変換 し、さらにその I F信号をアナログーデジタル変換 (2) 値化)した後のデジタルIF信号を処理する、各GPS 衛星に対応したチャネル毎の受信信号処理ブロックを示 している。また、図10は受信信号処理ブロックの出力 に基づいてコード同期追跡並びにキャリア同期追跡を行 う信号処理回路のブロック図である。

【0004】図8に示すようにアンテナ1の受信信号は RF回路2に供給され、RF回路2において受信信号が 中間周波(IF)信号に周波数変換(ダウンコンバー ト) される。すなわち、RF回路2は、アンテナ1から の受信信号を増幅する信号増幅器2aと、基準周波数信 号を発生する基準周波数発生器2bと、基準周波数信号 に基づいて信号増幅器2aで増幅された受信信号をIF 信号に周波数変換する周波数変換器2cとで構成され る。そして、RF回路2から出力されるアナログのIF 信号はアナログ/デジタル信号変換器3において2値化 されてデジタルのIF信号に変換され、複数のGPS衛 星に対応した受信チャネル毎に受信信号処理ブロック5 i ($i=1\sim N$) で信号処理される。なお、デジタル I F信号は自動利得制御器4にも供給されており、自動利 得制御器4ではデジタルIF信号に応じて周波数変換器 2 c における利得を適切な値に制御している。

【0005】受信信号処理ブロック5iは、図9に示す ようにキャリアの複製信号(以下、「レプリカキャリ ア」と呼ぶ) f caを発生するキャリア用数値制御発振器 51と、デジタル I F信号をレプリカキャリア f caによ り互いに位相が90°異なる同相信号I並びに直交信号 Qに直交周波数変換する直交周波数変換器52と、クロ ック信号 f cdを発生するコード用数値制御発振器53 と、クロック信号 f cdから受信しようとするGPS衛星 の疑似雑音符号と一致するコードを合成するコード合成 回路54と、クロック信号fcd並びにコード合成回路5 4 で合成されたコードのデータが入力され、受信信号に 含まれるコード成分に同期させるPrompt信号(P信 号)、P信号に対して2分の1チップ位相の進んだEarl y信号(E信号)及びP信号に対して2分の1チップ位 からの信号との相関の大きさを探索することにより、目 50 相の遅れたLate信号(L信号)をそれぞれ出力する3ビ

【0006】また、信号処理回路58はCPUを主構成 とし、各積算器571~576からダンプされる信号 Irs , Is , Is 並びにQrs , Qs , Qs に基づいてコ ードの位相を順次変えるための制御信号Ncdをコード用 数値制御発振器53に出力するとともに、レプリカキャ 20 リア f caの周波数を順次変えるための制御信号Ncaをキ ャリア用数値制御発振器51に出力するものである。更 に詳しく説明すると、この信号処理回路58では、図1 0に示すように積算器571,574から出力される信号 Irs 及びQrs から (Irs + Qrs) 又は | Irs + Q κ │などの受信信号の強度を表す値並びに受信信号のキ ャリアとレプリカキャリア f caとの位相差がキャリアル ープ弁別器58aによって求められ、求められた値にキ ャリアループフィルタ58bにおいてループフィルタの 演算が施され、その結果に基づいてレプリカキャリア f caを受信信号のキャリアに追従させるための制御信号N caがキャリア用数値制御発振器51に出力される。同時 に信号処理回路58では、エンベロープ検知回路58c にて積算器 5 72, 5 75 から出力される信号 I ES 及びQ ES のエンベロープが検知され、その検知結果が積算器 5 8dで一定時間積算された信号Esと、エンベロープ検 知回路58eにて積算器57ョ 、57₅から出力される信 号 I is 及び Q is のエンベロープが検知され、その検知結 果が積算器58fで一定時間積算された信号L。との差 分から受信信号のコード成分に対するP信号の位相差を 40 求める計算がコードループ弁別器58gにて行なわれ、 この位相差にコードループフィルタ58hにおいてルー プフィルタの演算が施され、その演算結果とスケールフ ァクタ部58iで求められるスケールファクタに基づい てP信号の位相を受信信号のコード成分に追従させるた めの制御信号Ncdがコード用数値制御発振器53に出力 される。

【0007】上記構成のGPS受信装置でGPS衛星の電波を捕捉する場合、信号処理回路58は、レプリカキャリアfcaの周波数とコード(P信号)の位相を順次変 50

えながら、キャリアループ弁別器58aによって求められる受信信号の強度を表す値が所定の閾値を超えたときに目的とするGPS衛星の電波を捕捉したものとみなし、衛星電波のサーチを終了する。以降はDLLによるコードの同期追跡と、キャリアループ弁別器52aで求められる位相誤差(レプリカキャリアfcaと受信信号のキャリアとの位相のずれ)を監視することによるコスタスループでの同期追跡に移行する。

【0008】なお、信号処理回路58で復調されたGPS衛星の航法データから、例えば図8に示すようにナビゲーション信号処理回路6において現在位置が測位され、測位された結果(位置情報)がモニタ装置等のユーザインタフェース部7に表示される。

[0009]

【発明が解決しようとする課題】上述のように2つの信号の位相差を検知して両信号の周波数を合わせるキャリアループとして、よく用いられているものに上記コスタスループがあるが、コスタスループの弁別器では位相差しか監視していないため、例えばRF回路2の基準周波数発生器2bで生成される基準周波数のゆらぎや、受信信号が建物からの反射等で大きく変動した場合等に生じるキャリア周波数の大きな変化に追随することができない。さらに、一旦ループのロックが外れると、GPS衛星の捕捉からやり直さなければならず、再度位置情報を計算し、ユーザに現在位置を知らせるまでに長時間を費やしてしまうという問題があった。

【0010】本発明は上記問題に鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、簡単な構成で受信信号のキャリア周波数の大きな変化にも追従可能なGPS信号の復調方法並びにGPS受信装置を提供することにある。

[0011]

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、上記 目的を達成するために、GPS衛星から受信した受信信 号から航法データを復調するGPS信号の復調方法であ って、受信信号のキャリア成分に周波数を可変としたレ プリカキャリアを同期させる際に、受信信号のキャリア 成分とレプリカキャリアの周波数との位相差の傾きを所 定時間毎に算出し、この傾きの絶対値を小さくするよう にレプリカキャリアの周波数を可変させることを特徴と し、受信信号のキャリア成分とレプリカキャリアの位相 差を検知して両者の周波数を合わせるだけでなく、位相 差と同時に位相差の傾きで表される周波数のずれを監視 してレプリカキャリアの周波数を受信信号のキャリア成 分の周波数に合わせるため、中間周波信号に変換するた めの基準周波数の揺らぎや、受信信号が建物からの反射 等で大きく変動した場合などに生じるキャリア周波数の 大きな変化に追随することができ、キャリアループのロ ック外れを防止することが可能となり、これによりGP S衛星の再捕捉のために長時間を費やしてしまうという

問題を防ぐことができる。

【0012】請求項2の発明は、上記目的を達成するた めに、GPS衛星から受信した受信信号から航法データ を復調するGPS受信装置において、アンテナで受信し たGPS信号を中間周波信号に変換する中間周波変換手 段と、アナログの中間周波信号を2値化してデジタル中 間周波信号に変換するアナログ/デジタル変換手段と、 レプリカキャリアを発生するキャリア用数値制御発振器 と、デジタル中間周波信号をレプリカキャリアにより同 相信号並びに直交信号に直交周波数変換する直交周波数 10 変換器と、受信信号に含まれる各GPS衛星に固有の疑 似雑音符号に同期したコードを発生させるコード同期手 段と、コード同期がとれた状態で同相信号と直交信号の 単位時間毎の位相差を算出するとともに所定期間毎に位 相差の傾きを算出し、位相差の傾きの絶対値を小さくす るようにレプリカキャリアの周波数を変えるための制御 信号を生成してキャリア用数値制御発振器を制御する制 御手段とを備えたことを特徴とし、受信信号のキャリア 成分とレプリカキャリアの位相差を検知して両者の周波 数を合わせるだけでなく、位相差と同時に位相差の傾き で表される周波数のずれを監視してレプリカキャリアの 周波数を受信信号のキャリア成分の周波数に合わせるた め、中間周波信号に変換するための基準周波数の揺らぎ や、受信信号が建物からの反射等で大きく変動した場合 などに生じるキャリア周波数の大きな変化に追随するこ とができ、キャリアループのロック外れを防止すること が可能となり、これによりGPS衛星の再捕捉のために 長時間を費やしてしまうという問題を防ぐことができ、 しかも、従来構成に対して僅かな回路を追加するだけの 簡単な回路構成で実現できる。

【0013】請求項3の発明は、請求項2の発明において、所定時間分のデジタル中間周波信号を格納するメモリを備え、制御手段はメモリに格納されたデジタル中間周波信号のデータから制御信号を生成してなることを特徴とし、リアルタイムでレプリカキャリアの周波数と位相をデジタル中間周波信号のキャリア成分の周波数と位相に合わせ込むよりも速く、受信信号のキャリア成分との同期をとることができ、しかも、最初にメモリに格納されたデジタル中間周波信号から全ての受信信号を航法データとして復調することができ、この結果、位置情報40を出力するまでの時間を短縮することが可能となる。

【0014】請求項4の発明は、請求項2又は3の発明において、制御手段は、単位時間毎に算出する位相差のデータのうちで前後の位相差のデータとの変化量が所定値以上である位相差のデータを除去して傾き及び平均値を算出することを特徴とし、適切な位相差の傾きを算出することができ、結果としてより速くキャリア同期をとることが可能となる。

[0015]

【発明の実施の形態】(実施形態1) 本発明の実施形態 50 る) ようにキャリア用数値制御発振器51に対する制御

1における要部のブロック図を図1に示す。但し、本発明の特徴であるキャリアの同期追跡を行うための構成以外、すなわちコードの同期追跡を行うための構成等は図8~図10に示した従来例と共通であるから図示並びに説明を省略する。また、本実施形態の構成のうちで上記従来例と共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。

6

【0016】本実施形態は、コード成分が除去されて積算器 571、571、で一定時間積算された同相信号 11 を がに直交信号 Q1 を を 図 21 に示すように直交座標軸上にプロットしたときの角度(同相信号 11 に と直交信号 Q2 に示すように直交座標軸上にプロットしたときの角度(同相信号 12 と直交信号 03 の位相差) 04 errをキャリアループ弁別器 05 8 a で算出し、この位相差 06 errの傾き(微分値) 07 d 07 を 08 が 09 を 09 が 09 が 09 を 09 が 09 が 09 が 09 を 09 が 09 が

【0017】図示しないRF回路2で受信信号の周波数を中間周波数(IF)に変換(ダウンコンバート)しアナログ/デジタル信号変換器3で2値化したデジタルIF信号と、電波を捕捉した状態でキャリア用数値制御発振器51で発生したレプリカキャリアfcaが分離回路52a,52bにより分離されたレプリカキャリアfcaのサイン成分及びコサイン成分とに対して、EXOR回路52c,52dにて排他的論理和の演算が施され、デジタルIF信号が同相信号I並びに直交信号Qに直交周波数変換される。このとき、レプリカキャリアfcaとデジタルIF信号のキャリア成分との周波数及び位相が完全に一致していればデジタルIF信号からキャリア成分が取り除かれるが、GPS衛星からの電波を捕捉した段階ではキャリア同期がとれていないためにキャリア成分が除去できていない。

【0018】そして、EXOR回路561,561において、コード成分に同期させるためのP信号と同相信号 I 並びに直交信号Qとの排他的論理和を演算することによりコード成分が除去され、コード成分除去後の同相信号 I_P 並びに直交信号 Q_P が積算器 57_1 , 57_4 にて一定時間(例えば、コードの1周期の長さである1ミリ秒)だけ積算された信号 I_P 並びに Q_P がダンプされる。なお、上記積算時間は1ミリ秒に限定されるものではなく、これより長い又は短い時間であってもよい。

【0019】そして、キャリアループ弁別器58aにおいて、一定時間積算された同相信号 $I_{\rm fs}$ 並びに直交信号 $Q_{\rm fs}$ の位相差 θ errが計算されるが、キャリア同期とコード同期がともにとれていた場合、上記直交信号 $Q_{\rm fs}$ = 0となるので位相差 θ err = 0となる。そこで、演算回路10にて位相差 θ errの傾き(微分値) d θ err / d t を監視し、この傾き d θ err / d t を監視し、この傾き d θ err / d t をに表し、この傾き d θ err / d t を以上されませる。

30

信号Ncaを決定し、キャリア用数値制御発振器51からレプリカキャリアfcaを発生させるものである。

【0020】次に、GPS衛星からの電波を捕捉した 後、コード同期がとれた状態での演算回路10の動作 を、図3のフローチャートを参照して詳細に説明する。 【0021】まず、演算回路10はキャリアループ弁別 器58aから1ミリ秒毎に所定期間(例えば、10ミリ 秒間)だけ位相差 θ errを読み込む(S1)。但し、上 記所定期間は10ミリ秒間に限定されるものではなく、 これよりも長い又は短い時間であってもよい。そして、 演算回路10においては、上記所定期間の位相差θerr の平均値と傾き d θ err/d t を計算し(S2)、求め た傾き d θ err/d t の絶対値を所定の閾値 ω thと比較 する(S3)。演算回路10では、傾きdθerr/dt の絶対値が閾値ωthよりも大きければ、レプリカキャリ ア f caの周波数がデジタル I F信号のキャリアの周波数 と一致していないと判断し、傾き d θ err/d t の絶対 値に相当する制御信号の補正値ΔNcaを出力する(S 4)。そして、演算回路10から出力された補正値 ΔN caに加算器11によりバイアス値が加算され、信号処理 回路58により制御信号Ncaの値が計算されてNcaの値 が変更されることで新しいレプリカキャリア f caがキャ リア用数値制御発振器51から発生する(S5)。な お、制御信号Ncaのバイアス値はそのシステムに依存す るものであり、システムにより不必要ならばバイアス値 を加算しなくてもかまわない。

【0022】そして、新たなレプリカキャリア f caによるデジタル I F信号の直交周波数変換並びにコード成分の除去の操作が行われ、位相差 θ errの傾き d θ err/d t の絶対値が関値 ω th以下になるまで上記処理 ($S1\sim S5$) が繰り返される。

【0023】一方、位相差 θ errの傾き d θ err/d t の 絶対値が閾値 ω th以下となれば、演算回路 1 0 ではレプリカキャリア f caの周波数がデジタル I F 信号のキャリアの周波数と一致したと判断し(S 6)、そのときの補正値 \triangle Ncaの値を初期値 \triangle Nca0として記憶する(S 7)。

【0024】ここで、制御信号N caは位相差 θ errの傾き d θ err/d t の関数であり、レプリカキャリア f ca が制御信号N caの関数であることから、図4 に示すように上記傾き d θ err/d t がゼロになったときの制御信号N caの値N ca0 をキャリア用数値制御発振器 5 1 に与えたときにレプリカキャリア f caの周波数がデジタル I F 信号のキャリア成分の周波数に一致させることができる

【0025】そして、演算回路 10は位相差 θ errの平均値の絶対値 | Σ θ err | / 10 と所定の基準値 θ thとを比較し(S 8)、上記平均値の絶対値 | Σ θ err | / 10 が基準値 θ thよりも大きい場合にはレプリカキャリア θ f caの位相がデジタル θ I F信号のキャリアの位相と--50

致していないと判断して位相を一致させるように補正値 ΔNcaの値を前後させる。すなわち、演算回路10では 図 5 に示すように、位相差 θ errの平均値 Σ θ err ℓ 1 0 の符号と大きさ(絶対値)に応じて必要な時間分だけ補 正値 \triangle Ncaとして \triangle Nca $0\pm \alpha$ を出力することでレプリ カキャリア f caの周波数を前後させ、レプリカキャリア f caの位相をデジタル I F信号のキャリア成分と一致さ せるように補正する(S9)。この補正完了後、演算回 路10は補正値△Ncaを初期値△Nca0に戻し(S1 O)、再度所定期間だけ位相差θerrを読み込むととも に位相差 θ errの平均値 Σ θ err/10を求める(S1 1)。そして、平均値 $\Sigma \theta \operatorname{err}/10$ が基準値 $\theta \operatorname{th以下}$ になれば、レプリカキャリア f caの位相がデジタル I F 信号のキャリアの位相と一致したと判断し(S8)、そ のときの補正値△Nca0を記憶し(S12)、レプリカ キャリア f caの周波数と位相を保持する。その後は、位 相差 θ errの傾きと平均値を監視することで受信信号の 周波数や位相に変動が生じているか否かを検知してキャ リア同期を追跡する。

8

【0026】上述のように本実施形態では、GPS受信信号のキャリア同期追跡において、位相差を検知して周波数を合わせるだけでなく位相差と同時に周波数のずれを監視することにより、RF回路2の基準周波数発生器2bで生成される基準周波数の揺らぎや、受信信号が建物からの反射等で大きく変動した場合などに生じるキャリア周波数の大きな変化に追随できるようになり、キャリアループのロック外れを防止することが可能となる。これによりGPS衛星の再捕捉のために長時間を費やしてしまうという問題を防ぐことができる。しかも、従来構成に対して演算回路10を追加するだけの簡単な構成で実現できるという利点がある。

【0027】(実施形態2)本実施形態は図6に示すように、受信信号をRF回路2でダウンコンバートしアナログ/デジタル信号変換器3で2値化したデジタル1F信号を所定期間分だけ記憶可能なメモリ12を受信信号処理ブロック5に備えた点が実施形態1と異なるが、それ以外の構成は実施形態1と共通である。よって、共通する構成については同一の符号を付して説明を省略し、本実施形態の特徴となる構成並びに動作についてのみ説明する。

【0028】ところで実施形態 1 においては、演算回路 10 がキャリアループ弁別器 58 a から 1 ミリ秒毎に所定期間(例えば、10 ミリ秒間)だけ位相差 θ errを読み込んで位相差 θ errの傾き d θ err/d t を求めて閾値 wthと比較し、傾きの絶対値が閾値wthよりも大きければ、制御信号N caを変更してレプリカキャリア f caの周波数を変え、その次の 10 ミリ秒間で再度位相差 θ errの傾き d θ err/d t の程度を判定している。

【0029】これに対して本実施形態では、受信信号処理部ロック5に設けたメモリ12に所定時間(例えば、

100ミリ秒) 分だけ格納されたデジタル I F 信号のデ ータのうち、最初の10ミリ秒間のデータを用いて実施 形態1で説明した手順によりレプリカキャリア f caの周 波数及び位相をデジタルIF信号のキャリア成分の周波 数及び位相に合わせ込むのであるが、2回目以降の位相 納されたデータを用いる。したがって、デジタルIF信 号のデータを一旦メモリ12に格納することにより、最 初の10ミリ秒間のデータを何度でも使用することがで き、GPS衛星の捕捉時にもメモリ12に格納したデー 10 タを用い、レプリカキャリア f caの周波数とコードの位 相を順次変えていくことで、例えば、Irs +Qrs が一 定値以上になるキャリア用及びコード用数値制御発振器 51,53の制御信号Nca,Ncdを探すことができる。 また、一旦キャリア同期がとれた後に周波数が変動した 場合でも、変動がみられた時点のデジタルIF信号のデ ータを利用してレプリカキャリア f caの周波数と位相を 受信信号に合わせ込むことが可能である。これにより、 受信したGPS信号をすべて航法データとして復調する ことが可能となる。なお、メモリ12に格納されるデジ タルIF信号は100ミリ秒間分に限定されるものでは なく、これよりも長い又は短い時間であってもよい。

【0030】上述のように本実施形態によれば、実施形態1のようにリアルタイムでレプリカキャリア f caの周波数と位相をデジタル I F 信号のキャリア成分の周波数と位相に合わせ込むよりも速く、受信信号のキャリア成分との同期をとることができ、しかも、最初にメモリ12に格納された受信信号(デジタル I F 信号)から全ての受信信号を航法データとして復調することができ、この結果、位置情報を出力するまでの時間を短縮することが可能となる。

【0031】ところで実施形態1又は実施形態2におい て、演算回路10により位相差θerrの傾きdθerr/d tを計算する際に、図7(a)に示すように10ミリ秒 間の位相差 θ err1~ θ err10のデータに大きく値の異な るデータが含まれている場合、このようなデータを含め て傾き d θ err/d t や平均値 Σ θ err/10を算出する と誤差が大きくなってしまったり、傾き d θ err/d t が算出できなくなる虞がある。そこで、直前並びに直後 のデータとの変化分 $\Delta\theta$ errが所定値 θ r よりも大きい データ、例えば図7 (a) において Δ θ err3> θ r 且つ $\Delta \theta \text{ err } 4 > \theta \text{ r } 2$ となる $\theta \text{ err } 3$ のデータを除去して傾き d θ err/d t 並びに平均値 Σ θ err/10を算出するよう にすれば、図7(b)に示すように適切な位相差θerr の傾き $d \theta err/d t$ や平均値 $\Sigma \theta err/10$ を算出する ことができ、結果としてより速くキャリア同期をとるこ とが可能となる。

[0032]

【発明の効果】請求項1の発明は、GPS衛星から受信 周波信号のデータから制御信号を生成してなるので、リ した受信信号から航法データを復調するGPS信号の復 50 アルタイムでレプリカキャリアの周波数と位相をデジタ

調方法であって、受信信号のキャリア成分に周波数を可 変としたレプリカキャリアを同期させる際に、受信信号 のキャリア成分とレプリカキャリアの周波数との位相差 の傾きを所定時間毎に算出し、この傾きの絶対値を小さ くするようにレプリカキャリアの周波数を可変させるの で、受信信号のキャリア成分とレプリカキャリアの位相 差を検知して両者の周波数を合わせるだけでなく、位相 差と同時に位相差の傾きで表される周波数のずれを監視 してレプリカキャリアの周波数を受信信号のキャリア成 分の周波数に合わせるため、中間周波信号に変換するた めの基準周波数の揺らぎや、受信信号が建物からの反射 等で大きく変動した場合などに生じるキャリア周波数の 大きな変化に追随することができ、キャリアループのロ ック外れを防止することが可能となり、これによりGP S衛星の再捕捉のために長時間を費やしてしまうという 問題を防ぐことができるという効果がある。

【0033】請求項2の発明は、GPS衛星から受信し た受信信号から航法データを復調するGPS受信装置に おいて、アンテナで受信したGPS信号を中間周波信号 に変換する中間周波変換手段と、アナログの中間周波信 号を2値化してデジタル中間周波信号に変換するアナロ グ/デジタル変換手段と、レプリカキャリアを発生する キャリア用数値制御発振器と、デジタル中間周波信号を レプリカキャリアにより同相信号並びに直交信号に直交 周波数変換する直交周波数変換器と、受信信号に含まれ る各GPS衛星に固有の疑似雑音符号に同期したコード を発生させるコード同期手段と、コード同期がとれた状 態で同相信号と直交信号の単位時間毎の位相差を算出す るとともに所定期間毎に位相差の傾きを算出し、位相差 の傾きの絶対値を小さくするようにレプリカキャリアの 周波数を変えるための制御信号を生成してキャリア用数 値制御発振器を制御する制御手段とを備えたので、受信 信号のキャリア成分とレプリカキャリアの位相差を検知 して両者の周波数を合わせるだけでなく、位相差と同時 に位相差の傾きで表される周波数のずれを監視してレプ リカキャリアの周波数を受信信号のキャリア成分の周波 数に合わせるため、中間周波信号に変換するための基準 周波数の揺らぎや、受信信号が建物からの反射等で大き く変動した場合などに生じるキャリア周波数の大きな変 化に追随することができ、キャリアループのロック外れ を防止することが可能となり、これによりGPS衛星の 再捕捉のために長時間を費やしてしまうという問題を防 ぐことができ、しかも、従来構成に対して僅かな回路を 追加するだけの簡単な回路構成で実現できるという効果 がある。

【0034】請求項3の発明は、請求項2の発明において、所定時間分のデジタル中間周波信号を格納するメモリを備え、制御手段はメモリに格納されたデジタル中間周波信号のデータから制御信号を生成してなるので、リアルタイムでレプリカキャリアの国連教と位相をデジタ

ル中間周波信号のキャリア成分の周波数と位相に合わせ 込むよりも速く、受信信号のキャリア成分との同期をと ることができ、しかも、最初にメモリに格納されたデジ タル中間周波信号から全ての受信信号を航法データとし て復調することができ、この結果、位置情報を出力する までの時間を短縮することが可能となるという効果があ

11

【0035】請求項4の発明は、請求項2又は3の発明 において、制御手段は、単位時間毎に算出する位相差の データのうちで前後の位相差のデータとの変化量が所定 10 値以上である位相差のデータを除去して傾き及び平均値 を算出するので、適切な位相差の傾きを算出することが でき、結果としてより速くキャリア同期をとることが可 能となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】実施形態1の要部を示すブロック図である。
- 【図2】同上の動作説明図である。
- 【図3】同上の動作説明用のフローチャートである。
- 【図4】同上の動作説明図である。

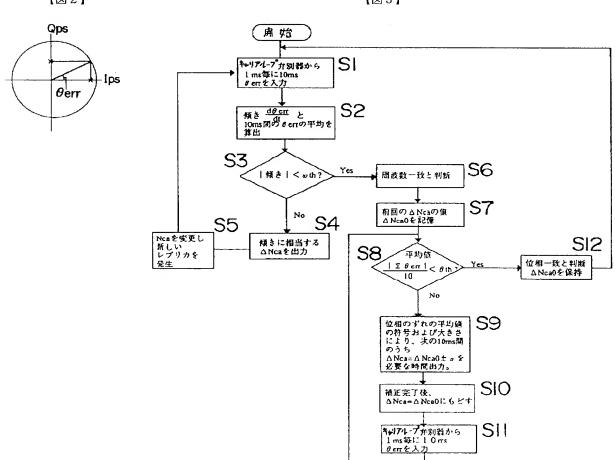
- *【図5】同上の動作説明図である。
 - 【図6】実施形態2の要部を示すブロック図である。
 - 【図7】同上の動作説明図である。
 - 【図8】従来のGPS受信装置の全体構成を示すブロッ ク図である。
 - 【図9】同上における受信信号処理ブロックを示すブロ ック図である。
 - 【図10】同上における信号処理回路を示すブロック図 である。

【符号の説明】

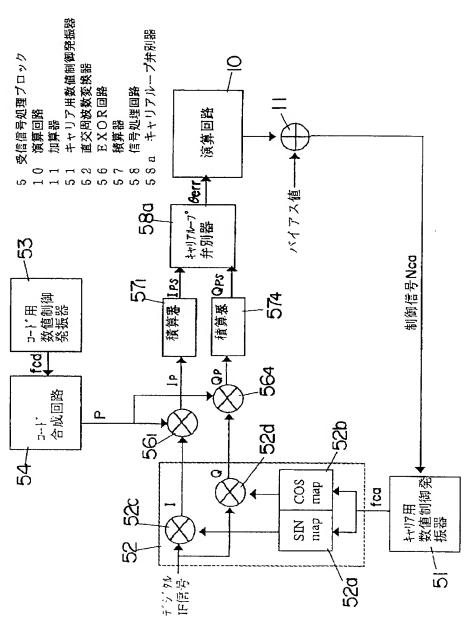
- 5 受信信号処理ブロック
- 10 演算回路
- 1 1 加算器
- 51 キャリア用数値制御発振器
- 直交周波数変換器
- 56 EXOR回路
- 57 積算器
- 58 信号処理回路
- 58a キャリアループ弁別器

[図2]

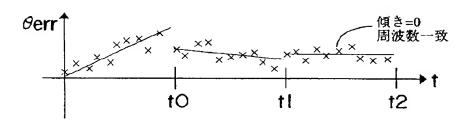




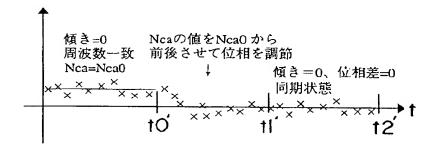
【図1】



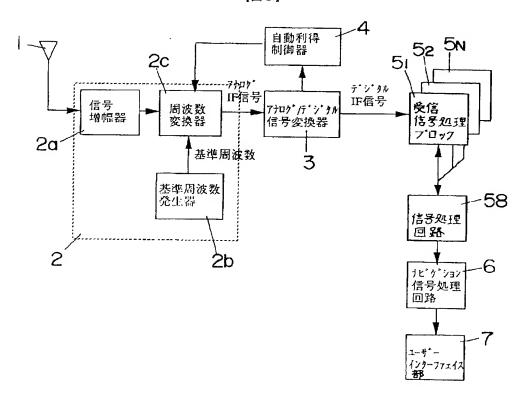
【図4】

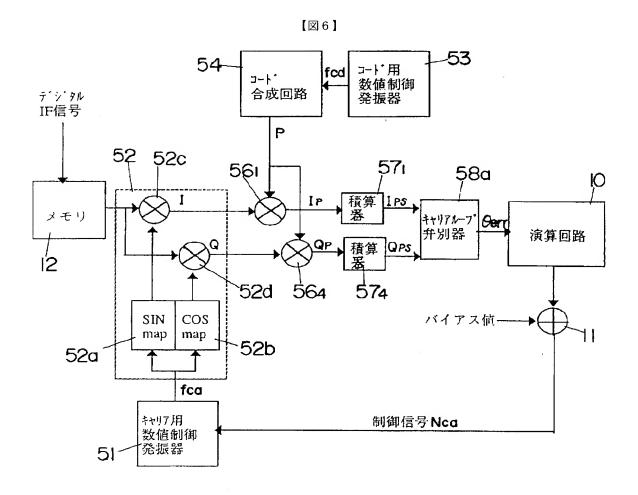


【図5】

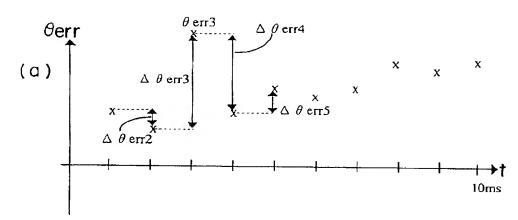


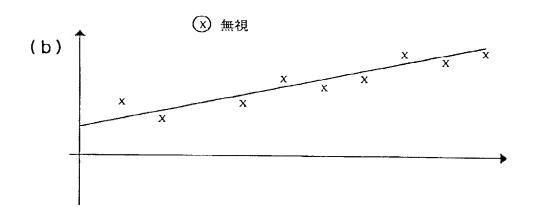
【図8】



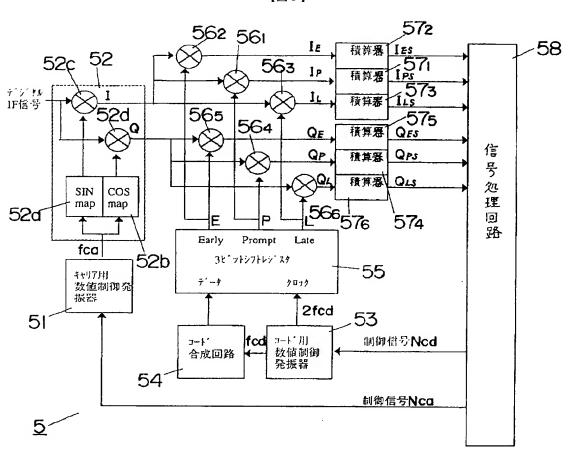


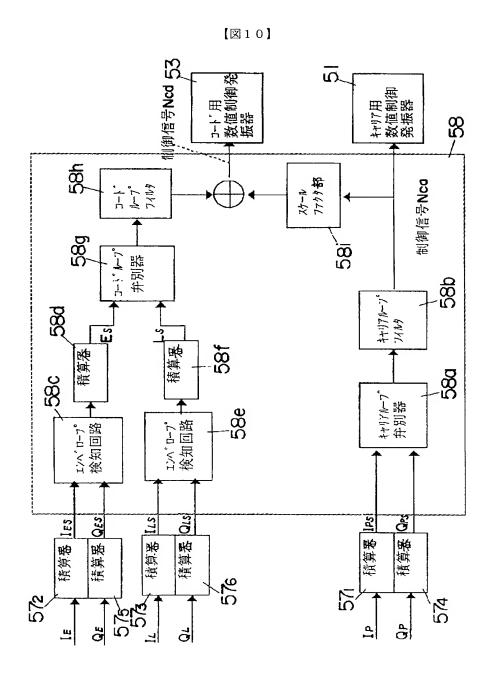






【図9】





フロントページの続き

(72)発明者 上柳 秀樹

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株

式会社内

(72)発明者 兵頭 聡

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株

式会社内

Fターム(参考) 5J062 CC07 DD14

5K004 AA05 AA08 FJ07 FJ14 JJ05

5K022 EE03 EE36

5K052 AA00 AA14 BB00 BB01 FF32

GG11 GG22 GG26 GG48 GG57

2001-272453

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 5 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 - 2. *** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

10

15

25

30

35

40

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]It is a demodulation method of a GPS signal which recovers navigation data from an input signal received from a GPS Satellite, When synchronizing with a carrier component of an input signal a replica career which made frequency variable, A demodulation method of a GPS signal making frequency of a replica career change so that inclination of phase contrast of a carrier component of an input signal and frequency of a replica career may be computed for every predetermined time and an absolute value of this inclination may be made small.

20 [Claim 2]A GPS receiving set which recovers navigation data from an input signal received from a GPS Satellite, comprising:

An intermediate frequency conversion method which changes into an intermediate frequency signal a GPS signal received with an antenna.

An analog-to-digital conversion means to binary-ize an intermediate frequency signal of an analog and to change into a digital intermediate frequency signal.

A numerical control oscillator for careers which generates a replica career.

A rectangular frequency converter which carries out rectangular frequency conversion of the digital intermediate frequency signal to an in-phase signal and a rectangular signal with a replica career.

A code synchronous means which generates a code in sync with a pseudo noise code peculiar to each GPS Satellite contained in an input signal.

Where a code synchronization is able to be taken, while computing phase contrast for every unit time of an in-phase signal and a rectangular signal, inclination of phase contrast is computed for every prescribed period, A control means which generates a control signal for changing frequency of a replica career so that an absolute value of inclination of phase contrast may be made small, and controls a numerical control oscillator for careers.

[Claim 3] The GPS receiving set according to claim 2 which it has a memory which stores a digital intermediate frequency signal for predetermined time, and a control means generates a control signal from data of a digital intermediate frequency signal stored in a memory, and is characterized by things.

[Claim 4] The GPS receiving set according to claim 2 or 3, wherein a control means computes inclination by variation with data of phase contrast of order removing data of phase contrast which is beyond a predetermined value among data of phase contrast computed for every unit time.

DETAILED DESCRIPTION

45 [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the demodulation method and GPS receiving set of a GPS signal.

[0002]

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[Description of the Prior Art]In the conventional GPS receiving set, after generating the numerals (code) in sync with the pseudo noise code peculiar to each GPS Satellite contained in an input signal and performing spectrum back—diffusion of gas, the career in sync with the subcarrier (career) of the input signal is reproduced, and it restores to the navigation data from a GPS Satellite. Changing the frequency of the replica of a career, and the phase of a code one by one using the code of the GPS Satellite made into the duplicate signals (replica) of the career generated within the GPS receiving set, and the purpose, in order to catch the electric wave from a GPS Satellite. By searching for the size of correlation with the signal from a GPS Satellite, the electric wave of the GPS Satellite made into the purpose is caught. Once catching the electric wave of the target GPS Satellite, the phase contrast of an input signal and the replica of the career generated within the GPS receiving set is supervised, and synchronous pursuit of a career is performed by controlling the numerical control oscillator for careers. PLL (Phase Locked Loop) which synchronous pursuit of a career detects phase contrast, such as a costas loop (Costas 1oop), and doubles frequency is used, and DLL (De1ey Lock Loop) is used for synchronous pursuit of a code.

[0003]Hereafter, with reference to drawing 8 and drawing 9, the conventional composition and operation of a GPS receiving set are explained. Drawing 8 shows the block by the whole GPS receiving set, and drawing 9 changes an input signal into IF (intermediate frequency) signal by an RF circuit, The reception signal processing block for every [corresponding to each GPS Satellite] channel which processes the digital IF signal after carrying out the analog to digital (binary-izing) of the IF signal furthermore is shown. Drawing 10 is a block diagram of the digital disposal circuit which performs code synchronous pursuit and carrier synchronization pursuit based on the output of a reception signal processing block.

[0004]As shown in drawing 8, the input signal of the antenna 1 is supplied to RF circuit 2, and in RF circuit 2, frequency conversion (down convert) of the input signal is carried out to an intermediate frequency (IF) signal. That is, RF circuit 2 comprises the signal amplifier 2a which amplifies the input signal from the antenna 1, reference frequency generator 2b which generates a reference frequency signal, and the frequency converter 2c which carries out frequency conversion of the input signal amplified with the signal amplifier 2a based on the reference frequency signal to an IF signal. And the IF signal of the analog outputted from RF circuit 2 is binary—ized in the analog—to—digital signal converter 3, and is changed into a digital IF signal, and signal processing is carried out with the reception signal processing block 5i (i=1-N) for every reception channel corresponding to two or more GPS Satellites. The digital IF signal is supplied also to the automatic—gain—control machine 4, and is controlling the profit in the frequency converter 2c by the automatic—gain—control machine 4 to the suitable value according to a digital IF signal.

[0005] The numerical control oscillator 51 for careers in which the reception signal processing block 5i generates the duplicate signals (it is hereafter called a "replica career") fca of a career as shown in drawing 9. The rectangular frequency converter 52 which carries out rectangular frequency conversion of the digital IF signal to the in-phase signal I from which 90 degrees of phases differ mutually with the replica career fca, and the rectangular signal Q, The numerical control oscillator 53 for codes which generates the clock signal fcd, and the code synthetic circuit 54 which compounds the code which is in agreement with the pseudo noise code of the GPS Satellite which it is going to receive from the clock signal fcd, The data of the code compounded in the clock signal fcd and the code synthetic circuit 54 is inputted, The Prompt signal synchronized with the code composition contained in an input signal (P signal), The shift register 55 of the triplet which outputs the Late signal (L signal) which was in 1 chip phase for 2 minutes to the advanced Early signal (E signal) and P signal of 1 chip phase for 2 minutes to P signal, respectively, EXOR circuit56₁ which calculates exclusive OR with each signal of P, E, and L, the in-phase signal I, and the rectangular signal Q – 56_6 , A code composition removed in-phase signal I_6 , I_6 , I_6 , I_6 , I_6 , I_7 , and rectangular signal I_8 , I_8 ,

converter 52 divides the replica career fca into a sign ingredient (about 0 degree phase ingredient), and a cosine ingredient (90-degree movement component), It comprises EXOR circuits 52c and 52d which calculate respectively the exclusive OR of the sign ingredient of the replica career fca and cosine ingredient which are outputted from each separation circuits 52a and 52b, and a digital IF signal, and acquire the in-phase signal I and the rectangular signal Q.

[0006] The digital disposal circuit 58 makes CPU main constitution, While outputting the control signal Ncd for changing the phase of a code one by one based on signal IPS dumped from each integrator 57,-576, IES, ILS and Q_{PS}, Q_{ES}, and Q_{LS} to the numerical control oscillator 53 for codes, The control signal Nca for changing the frequency of the replica career fca one by one is outputted to the numerical control oscillator 51 for careers. When it explains in detail, in this digital disposal circuit 58. As shown in drawing 10, integrator 57, Signal Les outputted from 574. And phase contrast with the value, and the career of an input signal and the replica career fca showing the intensity of input signals, such as $(I_{PS}^2 + Q_{PS}^2)$ from Q_{PS} or $|I_{PS}| + |Q_{PS}|$, is searched for by the career loop discriminator 58a, In the career loop filter 58b, the operation of a loop filter is performed to the calculated value, and the control signal Nca for making the replica career fca follow the career of an input signal based on the result is outputted to the numerical control oscillator 51 for careers. Signal I_{ES} and Q which are simultaneously outputted from integrator 57_2 and 57_5 in the envelope detecting circuit 58c in the digital disposal circuit 58. Signal ES by which the envelope of ES was detected and fixed time addition of the detection result was carried out with the integrator 58d, The envelope of signal ILS and QLS outputted from integrator 573 and 576 in the envelope detecting circuit 58e is detected, Calculation which searches for the phase contrast of P signal over the code composition of an input signal from difference with signal Ls by which fixed time addition of the detection result was carried out with the integrator 58f is performed by 58 g of code loop discriminators, In the code loop filter 58h, the operation of a loop filter is performed to this phase contrast, The control signal Ncd for making the phase of P signal follow the code composition of an input signal based on the scale factor searched for in the result of an operation and scale-factor part 58i is outputted to the numerical control oscillator 53 for codes.

[0007]When catching the electric wave of a GPS Satellite with the GPS receiving set of the above-mentioned composition, the digital disposal circuit 58, Changing the frequency of the replica career fca, and the phase of a code (P signal) one by one, when the value showing the intensity of the input signal searched for by the career loop discriminator 58a exceeds a predetermined threshold, it considers that the electric wave of the GPS Satellite made into the purpose was caught, and the search of a satellite radio wave is ended. It shifts to synchronous pursuit of the code by DLL, and the synchronous pursuit by the costas loop by supervising the phase error (phase shift of the replica career fca and the career of an input signal) searched for by the career loop discriminator 52a henceforth.

[0008] The result (position information) which the current position was positioned and was positioned in the navigation beacon processing circuit 6 from the navigation data of the GPS Satellite to which it restored in the digital disposal circuit 58 as shown, for example in <u>drawing 8</u> is displayed on the user interface parts 7, such as a monitoring device.

[0009]

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although some which are used well have the above-mentioned costas loop as a career loop which detects the phase contrast of two signals as mentioned above and with which the frequency of both signals is doubled, In the discriminator of a costas loop, since only phase contrast is supervised, it cannot follow in footsteps of big change of the carrier frequency produced when an input signal is sharply changed by the reflection from a building, etc., fluctuation of the reference frequency generated, for example with reference frequency generator 2b of RF circuit 2. Once the lock of the loop separated, it had to redo from prehension of the GPS Satellite, position information was calculated again, and there was a problem of spending a long time by the time it tells a user about a current position.

[0010]It succeeds in this invention in light of the above-mentioned problems, and there is a place made into the purpose in providing the demodulation method and GPS receiving set of a GPS signal which can also follow a big

change of the carrier frequency of an input signal with easy composition.

[0011]

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[Means for Solving the Problem]An invention of claim 1 is a demodulation method of a GPS signal which recovers navigation data from an input signal received from a GPS Satellite to achieve the above objects, When synchronizing with a carrier component of an input signal a replica career which made frequency variable, Inclination of phase contrast of a carrier component of an input signal and frequency of a replica career is computed for every predetermined time, It is characterized by making frequency of a replica career change so that an absolute value of this inclination may be made small, Detect a carrier component of an input signal, and phase contrast of a replica career, and it not only doubles both frequency, but, In order to supervise a gap of frequency expressed with inclination of phase contrast simultaneously with phase contrast and to double frequency of a replica career with frequency of a carrier component of an input signal, It can follow in footsteps of big change of a carrier frequency produced when an input signal is sharply changed by reflection from a building, etc., fluctuation of reference frequency for changing into an intermediate frequency signal, It becomes possible to prevent a lock blank of a career loop, and a problem that this will spend a question at the time of long for re–prehension of a GPS Satellite can be prevented.

[0012]In a GPS receiving set which recovers navigation data from an input signal which an invention of claim 2 received from a GPS Satellite to achieve the above objects, An intermediate frequency conversion method which changes into an intermediate frequency signal a GPS signal received with an antenna, An analog-to-digital conversion means to binary-ize an intermediate frequency signal of an analog and to change into a digital intermediate frequency signal, A numerical control oscillator for careers which generates a replica career, and a rectangular frequency converter which carries out rectangular frequency conversion of the digital intermediate frequency signal to an in-phase signal and a rectangular signal with a replica career, A code synchronous means which generates a code in sync with a pseudo noise code peculiar to each GPS Satellite contained in an input signal, Where a code synchronization is able to be taken, while computing phase contrast for every unit time of an in-phase signal and a rectangular signal, inclination of phase contrast is computed for every prescribed period, It is characterized by having a control means which generates a control signal for changing frequency of a replica career so that an absolute value of inclination of phase contrast may be made small, and controls a numerical control oscillator for careers, Detect a carrier component of an input signal, and phase contrast of a replica career, and it not only doubles both frequency, but, In order to supervise a gap of frequency expressed with inclination of phase contrast simultaneously with phase contrast and to double frequency of a replica career with frequency of a carrier component of an input signal, It can follow in footsteps of big change of a carrier frequency produced when an input signal is sharply changed by reflection from a building, etc., fluctuation of reference frequency for changing into an intermediate frequency signal, it can become possible to prevent a lock blank of a career loop, a problem that this will spend a question at the time of long for re-prehension of a GPS Satellite can be prevented, and, moreover, it can realize to composition by easy circuitry which adds few circuits conventionally.

[0013]An invention of claim 3 is provided with a memory which stores a digital intermediate frequency signal for predetermined time in an invention of claim 2, A control means generates a control signal from data of a digital intermediate frequency signal stored in a memory, and it is characterized by things, It is quicker than doubling frequency and a phase of a replica career with frequency and a phase of a carrier component of a digital intermediate frequency signal in real time, It becomes possible to shorten time until it can take a synchronization with a carrier component of an input signal, it can moreover recover all the input signals from a digital intermediate frequency signal first stored in a memory as navigation data and it outputs position information as a result.

[0014]In claim 2 or an invention of 3, an invention of claim 4 a control means, It can be characterized by computing inclination and average value by removing data of phase contrast whose variation with data of phase contrast of order is beyond a predetermined value among data of phase contrast computed for every unit time,

inclination of suitable phase contrast can be computed, and it becomes possible to take a carrier synchronization more quickly as a result.

[0015]

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[Embodiment of the Invention](Embodiment 1) The block diagram of the important section in Embodiment 1 of this invention is shown in <u>drawing 1</u>. However, since the composition for performing synchronous pursuit of a code except the composition for performing synchronous pursuit of the career which is the feature of this invention is common, it abbreviates a graphic display and explanation to the conventional example shown in <u>drawing 8 - drawing 10</u>. The same numerals are given to the portion which is common in the above-mentioned conventional example among the composition of this embodiment, and explanation is omitted.

[0016] This embodiment, As shown in drawing 2, in—phase signal I_{PS} and rectangular signal Q_{PS} by which the code composition was removed and fixed time addition was carried out by integrator 57₁ and 57₄. Angle (phase contrast of in—phase signal I_{PS} and rectangular signal Q_{PS}) thetaerr when it plots on a rectangular—coordinates axis is computed by the career loop discriminator 58a, The feature is at the point provided with the arithmetic circuit 10 which determines the control signal Nca for detecting the frequency drift of the replica career fca from inclination (differential value) dthetaerr/dt of this phase contrast thetaerr, and controlling the numerical control oscillator 51 for careers. The arithmetic circuit 10 is realized in CPU which constitutes the digital disposal circuit 58 in a conventional example.

[0017] The digital IF signal which changed the frequency of the input signal into the intermediate frequency (IF) in RF circuit 2 which is not illustrated (down convert), and was binary-ized with the analog-to-digital signal converter 3, As opposed to the sign ingredient and cosine ingredient of the replica career fca from which the replica career fca by which it was generated with the numerical control oscillator 51 for careers where an electric wave is caught was separated by the separation circuits 52a and 52b, The operation of exclusive OR is performed in EXOR circuits 52c and 52d, and rectangular frequency conversion of the digital IF signal is carried out to the in-phase signal I and the rectangular signal Q. At this time, if the frequency and the phase of the replica career fca and the carrier component of a digital IF signal are thoroughly in agreement, a carrier component will be removed from a digital IF signal, but. In the stage which caught the electric wave from a GPS Satellite, since the carrier synchronization cannot be taken, the carrier component is not removable.

[0018]And a code composition is removed by calculating exclusive OR with P signal for making it synchronize with a code composition, the in–phase signal I, and the rectangular signal Q in EXOR circuit56, and 56_4 , Signal I_{PS} and Q_{PS} by which in–phase signal I_P after code composition removal and rectangular signal Q_P were integrated only for fixed time (for example, 1 millisecond which is the length of one cycle of a code) in integrator 57_1 and 57_4 are dumped. The above–mentioned integration time may not be limited to 1 millisecond, and may be time longer than this or short.

[0019]And in the career loop discriminator 58a, although phase contrast thetaerr of in–phase signal I_{PS} and rectangular signal Q_{PS} by which fixed time addition was carried out is calculated, when both the carrier synchronization and the code synchronization can be taken, since it is set to the above–mentioned rectangular signal Q_{PS} =0, it is set to phase contrast thetaerr=0. Then, inclination (differential value) dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr is supervised in the arithmetic circuit 10, The control signal [as opposed to / like / it is small (it is considered as zero), and / the numerical control oscillator 51 for careers for this inclination dthetaerr/dt] Nca is determined, and the replica career fca is generated from the numerical control oscillator 51 for careers.

[0020]Next, after catching the electric wave from a GPS Satellite, operation of the arithmetic circuit 10 in the state where the code synchronization was able to be taken is explained in detail with reference to the flow chart of drawing 3.

[0021] First, the arithmetic circuit 10 reads phase contrast thetaerr from the career loop discriminator 58a only a prescribed period (for example, for 10 milliseconds) for every millisecond (S1). However, the above-mentioned prescribed period may not be limited in 10 milliseconds, and may be time longer than this or short. And in the arithmetic circuit 10, it inclines with the average value of phase contrast thetaerr of the above-mentioned

prescribed period, and the absolute value of inclination dthetaerr/dt which calculated and (S2) asked for dthetaerr/dt is compared with predetermined threshold omegath (S3). In the arithmetic circuit 10, if the absolute value of inclination dthetaerr/dt is larger than threshold omegath, The frequency of the replica career fca judges that it is not in agreement with the frequency of the career of a digital IF signal, and outputs correction value deltaNca of the control signal equivalent to the absolute value of inclination dthetaerr/dt (S4). And a bias value is added to correction value deltaNca outputted from the arithmetic circuit 10 by the adding machine 11, and it is generated by the new replica career fca from the numerical control oscillator 51 for careers by the value of the control signal Nca being calculated by the digital disposal circuit 58, and the value of Nca being changed (S5). It is dependent on the system, and by a system, as long as the bias value of the control signal Nca is unnecessary, it may not add a bias value.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[0022]And rectangular frequency conversion of the digital IF signal by the new replica career fca and operation of removal of a code composition are performed, and the above-mentioned processing (S1-S5) is repeated until the absolute value of inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr becomes below threshold omegath.

[0023]On the other hand, if the absolute value of inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr becomes below in threshold omegath, In the arithmetic circuit 10, it judges that the frequency of the replica career fca was in agreement with the frequency of the career of a digital IF signal (S6), and the value of correction value **Nca at that time is memorized as initial value **NcaO (S7).

[0024] The control signal Nca is a function of inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr here, From the replica career fca being a function of the control signal Nca. As shown in drawing 4, when value Nca0 of the control signal Nca when above-mentioned inclination dthetaerr/dt becomes zero is given to the numerical control oscillator 51 for careers, the frequency of the replica career fca can be coincided with the frequency of the carrier component of a digital IF signal.

[0025]And the arithmetic circuit 10 compares absolute value sigmathetaerr / 10 of the average value of phase contrast thetaerr with predetermined reference-value thetath (S8), When absolute value sigmathetaerr/10 of the above-mentioned average value are larger than reference-value thetath, it judges that the phase of the replica career fca is not in agreement with the phase of the career of a digital IF signal, and the value of correction value deltaNca is made to get mixed up so that a phase may be coincided. Namely, the frequency of the replica career fca is made to get mixed up with outputting ** NcaO**alpha as correction value **Nca by required time according to the numerals and the size (absolute value) of average value sigmathetaerr / 10 of phase contrast thetaerr, as the arithmetic circuit 10 shows to drawing 5, It amends so that the phase of the replica career fca may be coincided with the carrier component of a digital IF signal (S9). After this completion of amendment, the arithmetic circuit 10 returns correction value ★Nca to initial value ★Nca0 (S10), and it calculates average value sigmathetaerr / 10 of phase contrast thetaerr while only a prescribed period reads phase contrast thetaerr again (S11). And if average value sigmathetaerr / 10 become below reference-value thetath, it will judge that the phase of the replica career fca was in agreement with the phase of the career of a digital IF signal (S8), correction value **Nca0 at that time will be memorized (S12), and the frequency and the phase of the replica career fca will be held. After that, it detects whether change has arisen in the frequency and the phase of the input signal under supervising inclination and the average value of phase contrast thetaerr, and a carrier synchronization is pursued.

[0026]In [as mentioned above] carrier synchronization pursuit of a GPS input signal at this embodiment, By it not only doubling frequency, but detecting phase contrast and supervising a gap of frequency simultaneously with phase contrast, It can follow now in footsteps of big change of the carrier frequency produced when an input signal is sharply changed by the reflection from a building, etc., fluctuation of the reference frequency generated with reference frequency generator 2b of RF circuit 2, and it becomes possible to prevent the lock blank of a career loop. The problem that this will spend a question at the time of long for re-prehension of a GPS Satellite can be prevented. And there is an advantage that it is conventionally realizable to composition with the easy composition which adds the arithmetic circuit 10.

[0027](Embodiment 2) Although the point with which the reception signal processing block 5 was equipped differs the memory 12 memorizable by a prescribed period from Embodiment 1, the digital IF signal which this embodiment carried out the down convert of the input signal in RF circuit 2 as shown in <u>drawing 6</u>, and was binary—ized with the analog—to—digital signal converter 3, The other composition is as common as Embodiment 1. Therefore, the numerals same about common composition are attached, explanation is omitted, and only the composition and operation used as the feature of this embodiment are explained.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[0032]

[0028]In Embodiment 1, the arithmetic circuit 10 for every millisecond from the career loop discriminator 58a By the way, a prescribed period. By (for example, for 10 milliseconds) reading phase contrast thetaerr, in quest of inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr, if the absolute value of inclination is larger than the threshold wth as compared with the threshold wth, The control signal Nca was changed, the frequency of the replica career fca was changed, and the grade of inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr is again judged in the following 10 milliseconds.

[0029]In this embodiment, in the memory 12 provided in the reception signal processing part lock 5, on the other hand, predetermined time. (For example, 100 milliseconds) The inside of the data of a digital IF signal in which only the part was stored, Although the frequency and the phase of the replica career fca are doubled with the frequency and the phase of a carrier component of a digital IF signal by the procedure explained by Embodiment 1 using the data for 10 milliseconds of the beginning, The data stored in the memory 12 is used for calculation of inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr of the 2nd henceforth. Therefore, by once storing the data of a digital IF signal in the memory 12, Using the data which could use the data for 10 milliseconds of the beginning any number of times, and was stored in the memory 12 also at the time of prehension of a GPS Satellite by changing the frequency of the replica career fca, and the phase of a code one by one. For example, $I_{PS}^2 + Q_{PS}^2$ can look for the control signal NcaNcd of the object for careers which becomes beyond constant value, and the numerical control oscillators 51 and 53 for codes. Even when frequency is changed once being able to take a carrier synchronization, it is possible to double the frequency and the phase of the replica career fca with an input signal using the data of the digital IF signal at the time of change being seen. It enables this to restore to all the received GPS signals as navigation data. The digital IF signal stored in the memory 12 may not be limited to a part for for 100 milliseconds, and may be time longer than this or short.

[0030]According to this embodiment, it is quicker than doubling the frequency and the phase of the replica career fca with the frequency and the phase of a carrier component of a digital IF signal in real time like Embodiment 1 as mentioned above, It becomes possible to shorten time until it can take the synchronization with the carrier component of an input signal, it can moreover recover all the input signals from the input signal (digital IF signal) first stored in the memory 12 as navigation data and it outputs position information as a result. [0031]By the way, when calculating inclination dthetaerr/dt of phase contrast thetaerr by the arithmetic circuit 10 in Embodiment 1 or Embodiment 2, As shown in drawing 7 (a), when the data in which values differ greatly is contained in the data of phase contrast thetaerr1 for 10 milliseconds – thetaerr10, There is a possibility that it may become impossible for an error to become large if it inclines including such data and dthetaerr/dt, and average value sigmathetaerr / 10 are computed, or to compute inclination dthetaerr/dt. Then, data with the larger change part deltathetaerr with the data of just before and an immediately after than predetermined value thetar, For example, if the data of thetaerr3 set to deltathetaerr3>thetar and deltathetaerr4>thetar in drawing 7 (a) is removed, it inclines and dthetaerr/dt and average value sigmathetaerr / 10 are computed, As shown in drawing 7 (b), inclination dthetaerr/dt of suitable phase contrast thetaerr, and average value sigmathetaerr / 10 can be computed, and it becomes possible to take a carrier synchronization more quickly as a result.

[Effect of the Invention] The invention of claim 1 is a demodulation method of the GPS signal which recovers navigation data from the input signal received from the GPS Satellite, When synchronizing with the carrier component of an input signal the replica career which made frequency variable, Since the frequency of a replica career is made to change so that inclination of the phase contrast of the carrier component of an input signal

and the frequency of a replica career may be computed for every predetermined time and the absolute value of this inclination may be made small, Detect the carrier component of an input signal, and the phase contrast of a replica career, and it not only doubles both frequency, but, In order to supervise the gap of frequency expressed with inclination of phase contrast simultaneously with phase contrast and to double the frequency of a replica career with the frequency of the carrier component of an input signal, It can follow in footsteps of big change of the carrier frequency produced when an input signal is sharply changed by the reflection from a building, etc., fluctuation of the reference frequency for changing into an intermediate frequency signal, It becomes possible to prevent the lock blank of a career loop, and is effective in the ability to prevent the problem that this will spend a question at the time of long for re-prehension of a GPS Satellite.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

[0033]In the GPS receiving set which recovers navigation data from the input signal which the invention of claim 2 received from the GPS Satellite, The intermediate frequency conversion method which changes into an intermediate frequency signal the GPS signal received with the antenna, An analog-to-digital conversion means to binary-ize the intermediate frequency signal of an analog and to change into a digital intermediate frequency signal, The numerical control oscillator for careers which generates a replica career, and the rectangular frequency converter which carries out rectangular frequency conversion of the digital intermediate frequency signal to an in-phase signal and a rectangular signal with a replica career, The code synchronous means which generates the code in sync with a pseudo noise code peculiar to each GPS Satellite contained in an input signal, Where a code synchronization is able to be taken, while computing the phase contrast for every unit time of an in-phase signal and a rectangular signal, inclination of phase contrast is computed for every prescribed period, Since it had the control means which generates the control signal for changing the frequency of a replica career, and controls the numerical control oscillator for careers so that the absolute value of inclination of phase contrast might be made small, detect the carrier component of an input signal, and the phase contrast of a replica career, and it not only doubles both frequency, but, In order to supervise the gap of frequency expressed with inclination of phase contrast simultaneously with phase contrast and to double the frequency of a replica career with the frequency of the carrier component of an input signal, It can follow in footsteps of big change of the carrier frequency produced when an input signal is sharply changed by the reflection from a building, etc., fluctuation of the reference frequency for changing into an intermediate frequency signal, It becomes possible to prevent the lock blank of a career loop, the problem that this will spend a question at the time of long for re-prehension of a GPS Satellite can be prevented, and it is effective in moreover being conventionally realizable to composition by the easy circuitry which adds few circuits.

[0034]The invention of claim 3 is provided with the memory which stores the digital intermediate frequency signal for predetermined time in the invention of claim 2, and a control means generates a control signal from the data of the digital intermediate frequency signal stored in the memory, and since, It is quicker than doubling the frequency and the phase of a replica career with the frequency and the phase of a carrier component of a digital intermediate frequency signal in real time, It is effective in becoming possible to shorten time until it can take the synchronization with the carrier component of an input signal, it can moreover recover all the input signals from the digital intermediate frequency signal first stored in the memory as navigation data and it outputs position information as a result.

[0035]In claim 2 or the invention of 3, the invention of claim 4 a control means, Since inclination and average value are computed by removing the data of the phase contrast whose variation with the data of the phase contrast of order is beyond a predetermined value among the data of the phase contrast computed for every unit time, Inclination of suitable phase contrast can be computed and it is effective in becoming possible to take a carrier synchronization more quickly as a result.

AND	and white the contract of the section of the sectio	 Marie de la companie	open a security
DESCRIPTION OF DRAWINGS			

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a block diagram showing the important section of Embodiment 1.

[Drawing 2] It is an explanatory view of operation same as the above.

[Drawing 3]It is a flow chart for explanation [same as the above] of operation.

5 [Drawing 4]It is an explanatory view of operation same as the above.

[Drawing 5] It is an explanatory view of operation same as the above.

[Drawing 6] It is a block diagram showing the important section of Embodiment 2.

[Drawing 7] It is an explanatory view of operation same as the above.

[Drawing 8] It is a block diagram showing the entire configuration of the conventional GPS receiving set.

10 [Drawing 9] It is a block diagram showing a reception signal processing block same as the above.

[Drawing 10] It is a block diagram showing a digital disposal circuit same as the above.

[Description of Notations]

5 Reception signal processing block

10 Arithmetic circuit

15 11 Adding machine

51 The numerical control oscillator for careers

52 A rectangular frequency converter

56 EXOR circuit

57 Integrator

20 58 Digital disposal circuit

58a Career loop discriminator

[Translation done.]